

ENSINO DE CIÊNCIAS: CRÍTICAS E DESAFIOS¹*Science Teaching: criticisms and challenges***Marco Antonio Moreira²***Instituto de Física – UFRGS**Caixa Postal 15051, Campus do Vale**91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil**moreira@if.ufrgs.br**<http://moreira.if.ufrgs.br>**<http://lattes.cnpq.br/5078954333145104>***Resumo**

Inicialmente são feitos comentários críticos ao Ensino de Ciências no Século XXI, frutos de experiências do autor nessa área. A seguir, são esclarecidos certos termos usados nesses comentários. Finalizando, são apresentados grandes desafios para o Ensino de Ciências no Século XXI e propostas sobre como deveria ser esse ensino na educação contemporânea.

Palavras-chave: ensino de ciências; visão crítica; grandes desafios.

Abstract

Initially, critical comments are made regarding Science Teaching in the XXI century, from the author's experience in this area. Then, some terms used in these comments are clarified. At the end, great challenges for Science Teaching in the XXI Century are presented and proposals are made concerning how should be this teaching in contemporary education.

Keywords: science teaching; critical view; great challenges

¹ Texto de palestra feita no I Congresso Online Nacional de Ensino de Química, Física, Biologia e Matemática (I CONE – QFBM), 10 a 13 de agosto de 2020.

² Docente colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências/PPGEC, da Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, Brasil. Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale Taquari – UNIVATES, Lajeado, RS, Brasil. Docente colaborador do Doutorado em Educação – Linha Ensino de Ciências, da Universidade de Burgos, Espanha.

Introdução

Primeiramente, a título de Introdução, quero agradecer à Comissão Organizadora do evento I CONE-QFBM, o convite para esta apresentação, para esta palestra. Quero também deixar claro de onde estarei falando nesta apresentação.

No Ensino Superior fui Professor de Física Geral durante quase cinquenta anos. No Ensino Médio, fui Professor de Física e Matemática durante quatro anos em uma escola pública e outra privada. Fui também Professor de Química no Ensino Médio, mas durante um período bem menor. Não fui Professor de Biologia, mas dei aulas de Física e Estatística em um Curso de Biologia.

Exerci muitos cargos acadêmicos, muitas coordenações, locais e nacionais, mas nunca deixei a sala de aulas. Nunca me afastei da Física, sempre vivi dentro de um Instituto de Física (UFRGS), mas minha pós-graduação foi em Ensino de Física, no Mestrado em Física do IFUFRGS, e em Educação, Área de Ensino de Ciências, no Doutorado, na Cornell University, nos Estados Unidos.

Além disso, tenho larga experiência como orientador de pós-graduação na Área de Ensino de Ciências e Matemática e continuo atuando muito nessa pós-graduação.

Portanto, estarei falando de algo que conheço muito, o Ensino de Ciências e Matemática ou a Educação em Ciências e Matemática. Sou muito crítico do atual Ensino de Ciências e Matemática, mas nesta apresentação o foco estará no Ensino de Ciências e não quero que minhas críticas sejam interpretadas como culpa dos professores e das escolas. Este assunto será retomado mais adiante.

Ciência e cidadania

A Física, a Química e a Biologia, assim como ciências afins e a Matemática, permeiam toda a vida do cidadão, da cidadã e, portanto, seu ensino deveria estar voltado à aprendizagem para a cidadania.

No entanto, não são assim ensinadas. São preparatórias para provas, para a testagem. É o ensino para a testagem, reconhecido internacionalmente como *teaching for testing*.

Como é o Ensino de Ciências no Século XXI?

- *Centrado no docente, na aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.* Na Física, por exemplo, os conteúdos são do século XIX ou antes. Tópicos de Física Moderna e Contemporânea podem até fazer parte do currículo, mas não são abordados. O foco fica em Cinemática, Mecânica Clássica, Termodinâmica, Óptica Geométrica, Eletricidade e Magnetismo (em geral, sem chegar ao Eletromagnetismo). O que se espera dos alunos é que memorizem mecanicamente esses conteúdos para reproduzi-los nas provas.

- *Tradicional*, baseado em aulas expositivas e exercícios repetitivos. Ainda que nos dias de hoje se fale muito em aprendizagem ativa, ensino centrado no aluno³ a metodologia continua sendo aquela em que o professor dá aulas expositivas, ou seja, “dá a matéria” e depois passa aos alunos uma lista de problemas, os quais talvez já estejam resolvidos em algumas fontes.
- Basicamente do tipo *ensino para a testagem*, focado no treinamento para dar respostas corretas. Como foi dito, esse ensino é usado internacionalmente e é conhecido como *teaching for testing*. Desde os primeiros anos na escola os alunos começam a serem treinados para testes locais, nacionais e internacionais. As escolas cujos alunos alcançam altas pontuações nestes testes são consideradas as melhores escolas. Mas testes não avaliam, apenas medem.
- Segue o *modelo da narrativa*, ou seja, o professor narra, “dá a matéria” narrando. É comportamentalista, baseado em objetivos comportamentais, i.e., aquilo que o aluno deve ser “capaz de” e isso deve ser evidenciado em respostas corretas nas provas, sem entrar na questão do significado. *Não usa laboratórios*. Disciplinas científicas são ensinadas sem experiências de laboratório porque não existem nas escolas ou porque consomem muito tempo ou porque atividades práticas não “caem nas provas”.
- É do tipo “*bancário*”, tenta-se “depositar” conhecimentos na cabeça do aluno. Educação bancária é uma metáfora usada por Paulo Freire (1988) muitos anos atrás, mas que continua sendo válida na educação contemporânea. Nas aulas, os conhecimentos são “depositados” pelo professor na cabeça dos alunos e estes devem armazená-los memoristicamente para serem devolvidos nas provas.
- Não *estimula*, não *promove*, a *aprendizagem significativa*. Essa é uma consequência natural do ensino até aqui criticado, tradicional sem práticas de laboratório focado na preparação para a testagem, seguindo o modelo da narrativa e a educação bancária. O resultado desse ensino é, usualmente, a aprendizagem mecânica aquela conhecida com “*decoreba*”.
- Não *incorpora as TDICs* (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação). Essas tecnologias não garantem que a aprendizagem será mais significativa, mas têm potencial para isso pois fazem parte do entorno dos alunos, podem despertar seu interesse para os conteúdos curriculares. Não tem sentido ensinar sem levar em conta o mundo dos alunos.
- Se ocupa de *conceitos fora de foco* (Postman & Weingartner, 1969): Certezas, verdades, diferenças sempre dicotômicas, entidades isoladas, causalidades simples, únicas, mecânicas. Conceitos são estruturantes de disciplinas, de corpos de conhecimento. Segundo o

³ Os termos aluno e professor serão usados ao longo de todo texto sem nenhuma alusão a gênero.

epistemólogo Stephen Toulmin (Moreira e Massoni, 2011) conceitos estão na base da compreensão humana. Mas não podem ser ensinados como conhecimentos fora de foco.

- Não utiliza *situações que façam sentido* para os alunos. A predisposição para aprender é uma das condições essenciais para a aprendizagem significativa. Mas essa predisposição não será despertada se as primeiras situações não fizerem sentido para os alunos.
- Não busca uma *aprendizagem significativa crítica*. Aprendizagem significativa, i.e., com significado com compreensão, deve ser sempre o objetivo do ensino de ciências. Os significados aceitos no contexto das ciências devem ser apresentados e negociados até que haja, de parte dos alunos, captação e compartilhamento desses significados, mas com criticidade porque são contextuais e não são imutáveis, definitivos.
- Não aborda as ciências como baseadas em *perguntas, modelos, metáforas, aproximações*. O conhecimento científico é produzido na busca de respostas a perguntas. Nessa busca são feitas aproximações, são usadas metáforas, são construídos modelos que podem gerar teorias altamente explicativas, mas que não são definitivas. Isso não existe.
- Em geral é baseado em um *único livro* ou em uma apostila. Livro é um material didático tradicional e importante. Mas quando é o único material didático, quando o professor tem que “ensinar o que está no livro”, quando o aluno tem que “aprender o que está no livro” e dar nas provas as “respostas que estão no livro”, este deixa de ser um material didático e passa a ser um manual de treinamento. O mesmo vale para uma única apostila.
- Há pouco ou nenhum apoio a *professores empreendedores, inovadores*. Professores não recebem apoio para participar de congressos em ensino e divulgar suas práticas através de apresentações. Também não são apoiados para dar minicursos ou workshops, em suas escolas, para professores de outras escolas. Igualmente, não são apoiados para participarem, ou organizarem, pesquisas em ensino. Pior do que essa falta de apoio é serem chamados atenção pelas direções de escola que estão “inventando moda” e não cumprindo o currículo, não “dando a matéria”, não preparando os alunos para as provas.
- É *desconectado da pesquisa em ensino de ciências*. Essa pesquisa existe, nacional e internacionalmente há cerca de sessenta anos ou mais. Há revistas de pesquisa em ensino de ciências bem indexadas, com alto fator de impacto. Há mestrados e doutorados acadêmicos em ensino de ciências, os quais estão vinculados à pesquisa em ensino de ciências e à publicação de artigos nessas revistas. O paradoxo é que essa pesquisa não chega às salas de aulas de ciências. Apesar de toda essa pesquisa, o ensino de ciências não muda, continua tradicional e focado nas provas nacionais e internacionais.
- Ao invés de buscar interfaces e integrações entre disciplinas, as *compartimentaliza ou supõe que não existem*. O mais usual no ensino de ciências é a compartimentalização, ou seja, ensiná-las cada uma por si mesma, quer dizer, a Química, a Física e a Biologia não têm nada a ver uma com a outra. A Matemática é ainda mais distante. Por outro lado, críticas

radicais a esse isolamento disciplinar podem levar ao extremo de defender que não existem mais disciplinas.

Todos esses aspectos negativos do ensino de Ciências na contemporaneidade sugerem que *este ensino*, tanto na educação básica como na superior é, como disse, há poucos anos, Carl Wieman (Science, 2013, p.292), Nobel em Física, convertido ao ensino de Ciências, que trabalha na *National Science Foundation*, *é pior do que ineficaz, é anticientífico*.

O que é?

Alguns dos conceitos usados até aqui serão retomados a fim de deixar mais claro, ou reforçar, seus significados.

- *Ensino para testagem*: é aquele cujo objetivo, independente das estratégias de ensino, é preparar os alunos para os testes (provas locais, nacionais e internacionais). Os alunos, por sua vez, estudam para os testes e só querem passar nos testes. O discurso educativo pode ser bem diferente, mas, na prática, a política educacional vigente, nacional e internacionalmente, leva escolas e professores, obrigatoriamente, ao ensino para testagem (*o teaching for testing*), submetendo os alunos a um treinamento. Essa abordagem usa a testagem como instrumento básico para a avaliação, o que é um erro pois os testes medem, não avaliam. Os testes apenas dizem quantas foram as respostas corretas. Isso não é avaliação, é medição. A avaliação vai muito além da medição.
- *Modelo da narrativa*: é o modelo clássico no qual o professor usa o quadro-de-giz, ou diapositivos, ou vídeos, ou algum outro curso, para dar a matéria, para explicar bem, ou simplesmente repetir o que está em um livro de texto. Os alunos copiam tudo em seus cadernos, ou fotografam com seus celulares, ou pedem ao professor os arquivos eletrônicos de suas apresentações, para estudar depois, na véspera das provas (testes). Este é o que Don Finkel (2008) chama de modelo da narrativa e propõe, metaforicamente, a alternativa de “dar aulas com a boca fechada”. O modelo da narrativa pode até “funcionar” quando o que é solicitado nas provas, o que “cai nas provas”, é exatamente aquilo que foi dado em aula e decorado para as provas. No entanto, quando as questões das provas são diferentes, implicam compreensão, os alunos se queixam dizendo que a “matéria não foi dada” em aula pelo professor.
- *Educação bancária*: é um conceito metafórico proposto por Paulo Freire (1988) para caracterizar a educação que consiste em “depositar” conteúdos nos alunos, em “doar-lhes” conhecimentos, adaptando-os ao mundo. Quanto mais adaptados, tanto mais educados (op.cit., p.63). Nessa educação, estudar é memorizar conteúdos mecanicamente, sem significados. O que se espera do educando é a memorização dos conteúdos nele depositados. A compreensão e a significação não são requisitos, a memorização sim.
- *Educação dialógica*: segundo Freire, a dialogicidade, essência da educação como prática da liberdade (op.cit., p.72), é imprescindível. Nessa perspectiva a educação autêntica

não se faz do educador para o educando ou do educador sobre o educando, mas do educador com o educando. Nessa educação, estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática (ibid.). Nesse processo a pergunta é essencial: perguntar é a própria essência do conhecer. *O ato de perguntar está ligado ao ato de existir, de ser, de estudar, de pesquisar de conhecer* (op.cit., p.97).

- *Aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica:* aprendizagem significativa é aprendizagem com compreensão, com significado, com capacidade de explicar, de aplicar, o conhecimento adquirido. Para aprender significativamente, o aprendiz não precisa descobrir os novos conhecimentos, pode adquiri-los por recepção, mas para isso precisa ter conhecimentos prévios adequados para dar significado a esses conhecimentos e apresentar uma predisposição para isso. Para David Ausubel (1963, 2000), criador da Teoria da Aprendizagem Significativa, se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia essa aprendizagem seria o conhecimento prévio de quem aprende. Mas há uma segunda condição: uma predisposição para aprender, um querer aprender, um interesse (Dewey, 2018), uma intencionalidade (Freire, 1988). Contrariamente, aprendizagem mecânica é o armazenamento, cognitivo, de conhecimentos de maneira literal, arbitrária, sem significado, sem compreensão, que podem ser aplicados, a curto prazo, a situações conhecidas e são rapidamente esquecidos. É o que comumente ocorre no ensino de ciências e matemática quando os alunos decoram fórmulas, reações, equações, definições para usar nas provas e esquecer logo depois, na cultura de “matéria passada, matéria esquecida”.

- *Situações que façam sentido:* para Gérard Vergnaud (1990), a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo. À medida que vai construindo conceitos, o ser humano vai se desenvolvendo cognitivamente. Mas são as situações que dão sentido aos conceitos. Para serem aprendidos significativamente novos conhecimentos devem fazer sentido para o aprendiz. As situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade e as primeiras devem ser do contexto do aluno, devem ser de seu entorno, devem fazer sentido para o aluno. É um erro didático dar aulas sem usar situações que façam sentido para os alunos. Por exemplo, é um equívoco dar aulas de Física e Matemática para estudantes de Engenharia sem usar algumas situações da Engenharia. Outro exemplo é o ensino de ciências na educação básica, pois disciplinas como Física, Química e Biologia são ensinadas como se não tivessem muito a ver com a vida dos alunos, com sua presente e futura cidadania. Certamente o ensino de tais disciplinas implica também o uso de situações abstratas que não fazem parte do contexto social dos alunos, mas, ainda assim, devem fazer sentido para eles. São as situações que dão sentido aos conhecimentos.

- *Aprendizagem Significativa Crítica:* é aprendizagem significativa, porém com criticidade. Para aprendizagem significativa de qualquer conteúdo científico, declarativo ou procedimental, o aluno deve ter conhecimentos prévios adequados, para “ancorar” novos conhecimentos, e apresentar predisposição para aprender, intencionalidade, interesse em aprender. Mas não deve aceitar passivamente o que aprendeu, os significados que captou.

Perguntar, questionar, modelar estão na essência da produção de conhecimentos. Então, o que está sendo ensinado nas aulas de ciências é resultado das perguntas feitas, dos modelos e teorias construídos nas ciências. Não são verdades e não são conhecimentos definitivos, embora possam ser muito bons e gerar tecnologias. No ensino de ciências a criticidade deve ser estimulada através do uso de distintas estratégias de ensino, diferentes materiais instrucionais, participação ativa dos alunos, incentivando-os a perguntar, questionar, modelar, argumentar, comunicar. Bem diferente da educação bancária e do ensino para a testagem que apostam na passividade do aluno, na aprendizagem mecânica dos conteúdos.

Grandes desafios para o Ensino de Ciências

A revista *Science*, reconhecida internacionalmente, publicou em 2013 (Vol. 340, PP. 291-323) um dossiê intitulado *Grand Challenges in Science Education* (Grandes Desafios para o Ensino de Ciências). Já passaram alguns anos, mas os desafios apontados nesse dossiê continuam totalmente válidos, alguns dos quais serão destacados a seguir.

- *Ensino Centrado no aluno e na aprendizagem ativa.* Alunos trabalhando em pequenos grupos, com mediação do professor, em tarefas ou problemas desafiadores, mas factíveis.

- *Desenvolvimento de competências científicas*, não como uma questão de encher de conhecimentos o cérebro dos alunos, mas sim de desenvolver esses cérebros. A educação em ciências não deve ser uma seleção de talentos, mas sim de desenvolvimento de talentos.

- *Laboratórios virtuais* podem motivar os alunos e contribuir para o desenvolvimento de competências científicas como, por exemplo, modelagem científica, através da modelagem computacional.

- *Desordens neurocognitivas individuais:* desenvolver uma melhor compreensão sobre como diferenças individuais no desenvolvimento cerebral interagem com a aprendizagem; sabendo mais sobre isso, tarefas de aprendizagem, situações-problema, podem ser propostas com diferentes caminhos cognitivos a serem seguidos pelos alunos.

- *Professores empreendedores*, inovadores, que não perdem sua conexão com os alunos, com a sala de aulas, *devem ter tempo, espaço e recompensas* para divulgar suas práticas a colegas, gestores, políticos educacionais, pais, líderes comunitários.

- *Desenvolvimento profissional* de professores de ciências *com foco em conteúdos específicos*, não em conteúdos genéricos.

- *Repensar slogans* como “alfabetização científica” e “ciência para todos”, dar mais atenção a uma ciência para a cidadania, à compreensão da base social e instrucional da credibilidade científica, ao desenvolvimento de curiosidades e práticas científicas para toda a vida.

- *Usar a pesquisa aplicada e/ou a pesquisa translacional* para buscar novas possibilidades e desenvolver novos instrumentos e processos para melhorar o ensino de ciências.

Alguns desses desafios podem não ser fáceis de enfrentar como, por exemplo, o das desordens neurocognitivas individuais e o do apoio a professores empreendedores porque dependem de pesquisas ou de políticas educacionais. No entanto, outros como, por exemplo, o do desenvolvimento de competências científicas e o do uso de situações que façam sentido para os alunos dependem somente de nova abordagem ao ensino de ciências, uma nova visão do que é ensinar e aprender ciências.

Como deveria ser o Ensino de Ciências no Século XXI

A partir das críticas feitas, dos conceitos abordados e dos desafios apresentados pode-se supor como deveria ser conduzido o ensino de ciências no Século XXI, buscando uma aprendizagem significativa de conteúdos, conceituais e procedimentais, científicos objetivando uma aprendizagem para a cidadania, não treinamento para provas.

- *Centrado no aluno* e no desenvolvimento de *competências científicas* como modelagem, argumentação, comunicação de resultados, ...
- Fazendo uso intensivo de *tecnologias digitais de informação e comunicação*, por exemplo, em *laboratórios virtuais*.
- Sempre levando em conta, em alguma medida, o *conhecimento prévio dos alunos*; não tem sentido ensinar sem ter em conta, o melhor possível, a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa.
- Promovendo a *interação pessoal, a negociação de significados*, entre alunos e professor ou entre eles mesmos, a qual é fundamental para a captação de significados aceitos no contexto da matéria de ensino. O ensino não deve ser monológico.
- Usando *situações que façam sentido para os alunos*. São as situações que dão sentido aos conhecimentos. As primeiras situações devem ser do contexto dos alunos.
- Diversificando os *materiais instrucionais e as estratégias didáticas*, estimulando a participação dos alunos.
- Buscando, na avaliação, *evidências de aprendizagem significativa*, incluindo aspectos formativos e recursivos; não dependendo prioritariamente de medições através de testes de múltipla escolha.
- Apoiando a *pesquisa educacional aplicada e/ou translacional*.

- Incentivando e *apoando professores* empreendedores, inovadores, e o desenvolvimento profissional docente, levando em conta a especificidade de conteúdos científicos.
- Encarando a *testagem desde outra perspectiva*, não a da resposta correta. *Ensinar não é treinar para testes. Educação não é uma corrida.*

Conclusão

Como disse, no início, não quero que as críticas feitas sejam interpretadas como culpa dos professores, das escolas. Também não quero que os desafios apontados sejam dirigidos apenas a professores, como se tudo dependesse deles.

O problema, nacional e internacional, é a educação voltada à preparação para o mercado, cuja base é o ensino para a testagem (o *teaching testing*).

As crianças começam a ser treinadas para a testagem já no ensino fundamental e o que está por trás é a preparação para o mercado, como se educação fosse isso.

As escolas funcionam mais como centros de treinamento do que centros educacionais. Mas é isso que a sociedade contemporânea– tecnológica, inovadora, mercadológica – espera das escolas.

Mas não podemos perder a esperança de sair dessa dominação, massificadora, apassivadora e chegarmos mais perto de um ensino de ciências voltado a uma verdadeira cidadania.

Referências

- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful learning*. New York, NY: Grune and Stratton. 685p.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Dewey, J. (2018). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Gorham, ME: Myers Education Press. 386 p. (First Ed., 1916).

- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publications de la Universitat de València. Tradução para o espanhol do original *Teaching with your mouth shut*. 292p.
- Freire, P. (1988). *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo, SP: Paz e Terra. 18ªed. 184p.
- Freire, P. (2003). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo, SP: Paz e Terra, 27ª ed. 148p.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre, RS: Instituto de Física da UFRGS. 47p.
- Moreira, M.A., Massoni, N.T. (2011). *Epistemologias do Século XX*. São Paulo, SP: E.P.U. 207p.
- Postman, N., Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York, NY: Dell Publishing. 219p.
- Science (2013). *Grand Challenges in Science Education*. Vol. 340: 291-323.
- Vergnaud, G. (1990). La Théorie des Champs Conceptuels, *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- Wieman, C. (2013). Transformation is possible if a university really cares. *Science*, Vol.340, 292-296.